3.0/2.0 VU Formale Modellierung 185.A06 SS 2022 18. November 2022			
Matrikelnummer	Nachname	Vorname	Gruppe **A**

Aufgabe 1 (10 Punkte) An der Lehrveranstaltung „Formale Mogelei“ wirken auch Tutorinnen und Tutoren mit. Von diesen wollen Elaha, Felix, Anna und Konstantin auch im Folgejahr wieder dabei sein. Allerdings wird es inhaltliche Änderungen geben, daher überlegt Prof. Sulzer, wer am besten geeignet ist. Er möchte zumindest zwei dieser vier behalten, um die Kontinuität sicherzustellen. Weiters analysiert er:

> Ich möchte entweder Elaha oder Felix behalten, aber nicht beide, denn ihre Spezialgebiete sind zu ähnlich. Felix und Anna sind sehr effizient, daher soll eine der beiden Personen oder auch beide dabei sein. Wenn allerdings Anna im Team bleibt, dann kann ich Konstantin nicht nehmen, da sich die beiden nicht gut verstehen.

Der Professor ersucht auch noch Kollegin Schalz um ihre Meinung: „Ich glaube, es sollten entweder Anna und Felix oder aber Elaha und Konstantin im Team sein.“

a) Formalisieren Sie die beschriebene Situation inklusive aller Anhaltspunkte mittels aussagenlogischer Formeln. Geben Sie die Bedeutung der Aussagenvariablen an.

b) Für welche Tutor:innen entscheidet sich Prof. Sulzer? Begründen Sie Ihre Antwort mit Hilfe Ihrer aussagenlogischen Modellierung.

Aufgabe 2 (10 Punkte) Seien $\mathit{Hat}/2$, $\mathit{Alien}/1$, $\mathit{Crazy}/1$ und $\mathit{Super}/1$ Prädikatensymbole sowie *skateboard* und *phaser* Konstantensymbole mit folgender Bedeutung:

$\mathit{Alien}(x)$	… x ist ein Alien	$\mathit{Hat}(x,y)$	… x hat y
$\mathit{Crazy}(x)$	… x ist verrückt	*skateboard*	… Skateboard
$\mathit{Super}(x)$	… x ist eine Superkraft	*phaser*	… Phaser

Verwenden Sie diese Symbole, um die beiden nachfolgenden Sätze in prädikatenlogische Formeln zu übersetzen.

a) Alle Aliens haben ein Skateboard, einen Phaser oder beides.

b) Es gibt verrückte Aliens, die alle Superkräfte haben.

Sei weiters folgende Interpretation I gegeben:

$$\begin{aligned}
\mathcal{U} &= \{\text{ET}, \text{Bozo}, \text{Enz}, \text{Sup}, \text{Flug}, \text{Feuer}, \text{Luft}, \text{Blitz}, \text{Kuschel}, \text{Schwimm}, \text{Schrei}\} \\
I(\mathit{Alien}) &= \{\text{ET}, \text{Bozo}, \text{Enz}\} \\
I(\mathit{Crazy}) &= \{\text{Flug}, \text{Feuer}, \text{Luft}, \text{Blitz}\} \\
I(\mathit{Super}) &= \{\text{Flug}, \text{Feuer}, \text{Kuschel}, \text{Schwimm}, \text{Schrei}\} \\
I(\mathit{Hat}) &= \{(\text{ET}, \text{Feuer}), (\text{ET}, \text{Kuschel}), (\text{ET}, \text{Flug}), (\text{ET}, \text{Luft}), (\text{ET}, \text{Blitz}), \\
&\qquad (\text{Sup}, \text{Schrei}), (\text{Sup}, \text{Feuer}), \\
&\qquad (\text{Bozo}, \text{Feuer}), (\text{Bozo}, \text{Flug}), (\text{Bozo}, \text{Kuschel}), \\
&\qquad (\text{Enz}, \text{Luft}), (\text{Enz}, \text{Feuer}), (\text{Enz}, \text{Flug})\}
\end{aligned}$$

$$I(\mathit{kuschel}) = \text{Kuschel}, \quad I(\mathit{schrei}) = \text{Schrei}, \quad I(\mathit{flug}) = \text{Flug}, \quad I(\mathit{feuer}) = \text{Feuer}$$

Übersetzen Sie die nachfolgenden Formeln in natürliche Sprache. Geben Sie an, ob die Formeln in der angegebenen Interpretation I wahr oder falsch sind. Begründen Sie Ihre Antwort; es ist keine formale Auswertung erforderlich.

c) $\exists x\,(\mathit{Alien}(x) \land \forall y\,(\mathit{Crazy}(y) \supset \mathit{Hat}(x,y)))$

d) $\exists x\,(\mathit{Alien}(x) \land \mathit{Hat}(x,\mathit{feuer}) \land \neg\mathit{Hat}(x,\mathit{kuschel}))$

e) $\forall x(\mathit{Hat}(x,\mathit{schrei}) \not\equiv \mathit{Hat}(x,\mathit{flug}))$

f) $\forall x(\mathit{Hat}(x,\mathit{flug}) \lor \mathit{Hat}(x,\mathit{feuer}))$

Aufgabe 3 (10 Punkte) Einfache Rechner (als eigenständiges Gerät oder App) ermöglichen es, alltägliche Aufgaben mit den Grundrechnungsarten durchzuführen. Sie besitzen dazu Tasten bzw. Buttons für die Ziffern `0` bis `9`, das Dezimalkomma (`,`), die Grundrechnungsarten Addition (`+`), Subtraktion (`-`), Multiplikation (`*`) und Division (`/`), sowie Tasten `(` und `)` zur Klammerung. Die Minustaste kann auch für das unäre Minus (Vorzeichenwechsel) verwendet werden. Die Eingabe wird mit der Taste `=` abgeschlossen, worauf der Rechner den eingegebenen Ausdruck auswertet und das Ergebnis anzeigt.

Beispiele für Eingaben: `(1+2)*(3-(4-5))=`
`---3,1416+-2,7183=`

Sei $\mathcal{T}$ die Menge aller Zeichenketten, die eine korrekte Eingabe für so einen Taschenrechner darstellen.

a) Beschreiben Sie die Sprache $\mathcal{T}$ mit Hilfe einer kontextfreien Grammatik. Verwenden Sie EBNF-Notationen, um die Grammatik übersichtlich zu strukturieren.

b) Handelt es sich bei $\mathcal{T}$ um eine reguläre Sprache, d.h., lassen sich die erlaubten Eingaben im Prinzip auch durch einen (komplizierten) regulären Ausdruck spezifizieren? Begründen Sie Ihre Antwort.

c) Ändert sich etwas an der Antwort auf die Frage aus Teilaufgabe b, wenn die Länge zulässiger Eingaben auf maximal 100 Zeichen begrenzt wird? Begründen Sie Ihre Antwort.

Aufgabe 4 (10 Punkte) Sei Σ das Alphabet $\{\mathtt{a}, \mathtt{i}, \mathtt{m}, \mathtt{r}\}$ und L die Menge aller Wörter über Σ, die entweder mit `irma` oder `mira` enden. Beispiele für solche Wörter sind `irma` und `mira` selbst, aber auch die Wörter `mimira` und `mirma` liegen in L.

a) Geben Sie einen Posix Extended Regular Expression an, der die Sprache L beschreibt.

b) Geben Sie einen nichtdeterministischen Automaten an, der die Sprache L akzeptiert. Der Automat soll der Definition der Sprache direkt entsprechen, sodass die Korrektheit der Modellierung unmittelbar einsichtig ist.

c) Konstruieren Sie mit Hilfe des in der Vorlesung besprochenen Determinisierungsverfahrens zu Ihrem nichtdeterministischen Automaten einen äquivalenten deterministischen.

Aufgabe 5 (10 Punkte) Eine Fastfood-Kette bietet folgende Möglichkeiten um zu bestellen.

- Will man sein Auto nicht verlassen, fährt man zum *Drive-Thru* und gibt dort über eine Gegensprechanlage seine Bestellung bei einem Mitarbeiter auf. Anschließend fährt man zur Ausgabe, wo ein Mitarbeiter zuerst den offenen Betrag kassiert und anschließend die Bestellung aushändigt.
- Im Restaurant selbst gibt es drei weitere Möglichkeiten:
  - Wählt man die klassische Art zu bestellen, geht man zum *Counter* und gibt dort die Bestellung bei einem Mitarbeiter auf. Hat man bezahlt, so erhält man eine Abholnummer und wartet anschließend in der Abholzone auf die fertige Bestellung.
  - Alternativ geht man zu einem *Bestellterminal*, wählt dort am Bildschirm die gewünschten Speisen aus und zahlt anschließend mit Bankomatkarte. Dann erhält man eine Abholnummer und wartet anschließend in der Abholzone auf die fertige Bestellung.
  - Oder man bestellt und bezahlt via *Handy-App*. Auch in diesem Fall erhält man eine Abholnummer für die Abholzone.

Modellieren Sie dieses Bestellkonzept mit Hilfe eines Petri-Netzes mit folgenden Rahmenbedingungen: Es gibt drei Mitarbeiter, die flexibel beim Drive-Thru, am Counter und in der Abholzone eingesetzt werden. Es gibt einen Counter und ein Bestellterminal. Zu Beginn befinden sich zwei Autos am Drive-Thru und fünf Kunden im Eingangsbereich des Restaurants, die sich noch für eine der drei Möglichkeiten, im Restaurant zu bestellen, entscheiden müssen.
Hinweis: Überlegen Sie, wann ein Mitarbeiter in einen Prozess involviert ist und bilden Sie in Ihrem Netz ab, wann ein Mitarbeiter „belegt“ ist.